

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**

Partial Translation of JP 11-163911

Jpn. Pat. Appln. KOKAI Publication No. 11-163911
Filing No.: 9-327359
Filing Date: November 28, 1997
Applicant: NEC Corporation
KOKAI Date: June 18, 1999
Request for Examination: Filed
Int.Cl.: H0 4L 12/437
 H0 4B 10/20
 10/02
 H0 4L 12/28

(In the translation below, meaningless English letters and formulas are excluded because they are irrelevant to the contents of the publication.)

[Object] The object is to construct a low-cost ring system which is configured for insertion, division and multiplexing of optical signals, enables the total ring length to be as large as possible, and provides effective accommodation of optical paths.

[Means for Achievement] Working rings 101 and 103 are assigned with working optical paths as many as possible, and auxiliary rings 102 and 104 are used as shared resources. If working optical path 401 fails (for example, if an optical fiber breaks between nodes 105 and 106), loopback switching is not executed. Instead, a switching request is transmitted from an end node 108 to a source node 106, thereby switching the source node 106 and making a detour to an auxiliary optical path 402, for

recovery from the failure.

[What is claimed is:]

[Claim 1] A communication network comprising a plurality of communication node means for performing signal insertion and separation, and a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring, a second ring, a third ring and a fourth ring which are connected through said transmission paths in such a manner as to constitute the same network topology, the first ring transmits working signals clockwise or counterclockwise, auxiliary resources of the working signals of the first ring are shared by the second ring which transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, the third ring transmits working signals in the opposite direction to that of the first ring, and auxiliary resources of the working signals of the third ring are shared by the fourth ring which transmits signals in the opposite direction to that of the third ring, characterized in that: with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means

detects failure, the j-th communication node means sends a request message to the i-th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the second ring, and the i-th communication node means switches the communication path of the first communication from the first ring to the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the n-th communication node means through the third ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the fourth ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the third ring to the fourth ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication.

[Claim 2] A communication network comprising a plurality of

communication node means for performing signal insertion and separation, and a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring and a second ring which are connected through said transmission paths in such a manner as to constitute the same network topology, the first ring transmits signals clockwise or counterclockwise, and the second ring transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, characterized in that: the transmission band of the first ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the second ring, and the transmission band of the second ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the first ring; with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means detects failure, the j -th communication node means sends a request message to the i -th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the second ring, and the i -th

communication node means switches the communication path of the first communication from the first ring to the auxiliary resource band of the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the m-th communication node means through the second ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the first ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the second ring to the auxiliary resource band of the first ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication..

[Claim 3] A communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for

signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; and at least one signal output terminal, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[Claim 4] A communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output terminal; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division

multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[Claim 5] A communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output

terminal; at least one signal monitoring means for monitoring signals input to the synthesizing means; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, the synthesizing means is connected to the signal output terminal, and the control means controls the switch means on the basis of monitoring results the monitoring means outputs with respect to signals input to the synthesizing means and the control information exchanged with said another node.

[Claim 6] A failure recovery system applied to a ring network wherein auxiliary resources constituting a detour communication

path are shared by a plurality of working signals, and communication is performed from an input terminal of a first communication network node device to an output terminal of a second communication network node device, characterized in that, if the second communication network node device detects a failure in the communication, the second communication network node device sends a failure recovery request message to the first communication network node device, and upon reception of the failure recovery request message by the first communication network node device, switch means of the first communication network node device switches to a detour path in which communication is performed in the opposite direction of said communication, and the failure in the communication is thereby recovered.

[Claim 7] A communication network according to claim 1 or 2, characterized in that the communication node means is optical communication node means, the transmission path is an optical transmission path, and the communication is optical communication.

[Claim 8] A communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means

applied to optical signals.

[Claim 9] A communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means applied to wavelengths.

[Claim 10] A failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 3, 4 or 5.

[Claim 11] A failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 8 or 9.

[Claim 12] A communication network according to claim 7, wherein the optical communication is wavelength multiplexing optical communication.

[Object of the Invention] However, the use of the 2-fiber one-way ring (1+1 protection system) requires a configuration wherein an auxiliary path whose direction is opposite to that

of a working path is prepared on a ring with a 1:1 correspondence, so that optical signals are transmitted at all times. Hence, the utilization ratio is impaired, and the cost is inevitably high.

[0012] On the other hand, if a loopback system is used for recovering a failure in a ring such as a 4-fiber bi-directional ring, the following problem occurs. Let us assume that a path having a distance which is nearly equal to one circumference of the ring is used as a working path. In this case, the execution of loopback necessitates optical transmission for a distance nearly twice as long as one circumference of the ring. Even in the case where the working path is half of one circumference of the ring, the optical transmission 1.5 times as long as one circumference is required.

[0013] Accordingly, the object of the present invention is to construct a ring system which has a failure recovery function, enables the total ring length to be as large as possible, and provides a low-cost communication network.

[0014]

[Means for Achieving the Object] The first invention concerns a communication network comprising a plurality of communication node means for performing signal insertion and separation, and

a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring, a second ring, a third ring and a fourth ring which are connected through said transmission paths in such a manner as to constitute the same network topology, the first ring transmits working signals clockwise or counterclockwise, auxiliary resources of the working signals of the first ring are shared by the second ring which transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, the third ring transmits working signals in the opposite direction to that of the first ring, and auxiliary resources of the working signals of the third ring are shared by the fourth ring which transmits signals in the opposite direction to that of the third ring, characterized in that: with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means detects failure, the j -th communication node means sends a request message to the i -th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the second ring, and the i -th communication node means switches

the communication path of the first communication from the first ring to the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the n-th communication node means through the third ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the fourth ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the third ring to the fourth ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication.

[0015] The second invention concerns a communication network comprising a plurality of communication node means for performing signal insertion and separation, and a plurality of transmission paths, wherein said communication node means includes at least a first ring and a second ring which are connected through said transmission paths in such a manner as

to constitute the same network topology, the first ring transmits signals clockwise or counterclockwise, and the second ring transmits signals in the opposite direction to that of the first ring, characterized in that: the transmission band of the first ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the second ring, and the transmission band of the second ring includes an auxiliary resource band which is shared by working signal groups transmitted through the first ring; with respect to first communication wherein a signal is inserted at the i -th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the j -th communication node means through the first ring, if the j -th communication node means detects failure, the j -th communication node means sends a request message to the i -th communication node means so that the communication path of the first communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the second ring, and the i -th communication node means switches the communication path of the first communication from the first ring to the auxiliary resource band of the second ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the

first communication; and with respect to second communication wherein a signal is inserted at the m-th communication node means of said plurality of communication node means and the signal is transmitted to the m-th communication node means through the second ring, if the n-th communication node means detects failure, the n-th communication node means sends a request message to the m-th communication node means so that the communication path of the second communication may be replaced by a detour path utilizing the auxiliary resource band of the first ring, and the m-th communication node means switches the communication path of the second communication from the second ring to the auxiliary resource band of the first ring in response to reception of the request message, thereby recovering the failure in the second communication.

[0016] The third invention concerns a communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a

multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; and at least one signal output terminal, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[0017] The fourth invention concerns a communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal

input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output terminal; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is

connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, and the synthesizing means is connected to the signal output terminal.

[0018] The fifth invention concerns a communication network node device comprising: at least one insertion/division multiplexing means including at least one multiplexed signal input terminal for receiving a multiplexed signal, at least one insertion input terminal for signal insertion, at least one division output terminal for outputting a multiplex division signal obtained by multiplex division of the multiplexed signal received at the multiplexed signal input terminal, and a multiplexed signal output terminal for outputting a signal obtained by multiplexing a signal received at the insertion input terminal and the multiplex division signal; at least one external input terminal connected to another node; at least one external output terminal connected to another node; at least one switch means having a plurality of output terminals; at least one synthesizing means; at least one signal input terminal; at least one signal output terminal; at least one signal monitoring means for monitoring signals input to the

synthesizing means; and at least one control means for exchanging control information with reference to another node and performing switching control of the optical switch means on the basis of the control information, characterized in that the external input terminal is connected to the multiplexed signal input terminal of the insertion/division multiplexing means, the multiplexed signal output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the external output terminal, the signal input terminal is connected to the switch means, the switch means is connected to the insertion input terminal of the insertion/division multiplexing means, the division output terminal of the insertion/division multiplexing means is connected to the synthesizing means, the synthesizing means is connected to the signal output terminal, and the control means controls the switch means on the basis of monitoring results the monitoring means outputs with respect to signals input to the synthesizing means and the control information exchanged with said another node.

[0019] The sixth invention concerns a failure recovery system applied to a ring network wherein auxiliary resources constituting a detour communication path are shared by a

plurality of working signals, and communication is performed from an input terminal of a first communication network node device to an output terminal of a second communication network node device, characterized in that, if the second communication network node device detects a failure in the communication, the second communication network node device sends a failure recovery request message to the first communication network node device, and upon reception of the failure recovery request message by the first communication network node device, switch means of the first communication network node device switches to a detour path in which communication is performed in the opposite direction of said communication, and the failure in the communication is thereby recovered.

[0020] The seventh invention concerns a communication network according to claim 1 or 2, characterized in that the communication node means is optical communication node means, the transmission path is an optical transmission path, and the communication is optical communication.

[0021] The eighth invention concerns a communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means applied to optical signals.

[0022] The ninth invention concerns a communication network node device according to claim 3, 4 or 5, characterized in that the insertion/division multiplexing means is insertion/division multiplexing means applied to wavelengths.

[0023] The tenth invention concerns a failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 3, 4 or 5.

[0024] The eleventh invention concerns a failure recovery system according to claim 6, characterized in that each of the first communication network node device and the second communication network node device is identical to the communication network node device described in claim 8 or 9.

[0025] The twelfth invention concerns a communication network according to claim 7, wherein the optical communication is wavelength multiplexing optical communication.

[0026] An operation of the present invention will now be described.

[0027] If a failure occurs, a system of the present invention uses shared auxiliary resources and determines a detour path for each optical path. The detour path is opposite in

direction to the path in which the failure occurs. Since the failure is recovered after switching to the detour path, loopback switching is not required, and optical transmission corresponding to one circumference or more need not be performed. Although the present invention uses a path switching system, the path accommodation efficiency is enhanced because of the sharing of auxiliary resources. The reason for this is that the use of the prior art (1+1) protection system entails the need to make the auxiliary path active at all times, and the maximal number of paths that can be accommodated is no more than two on condition that one wavelength is used in one circumference of one ring. In other words, the paths available are limited to those for upward traffic and downward traffic between nodes. In the system of the present invention, however, auxiliary resources are shared by all working resources, so that the number of paths that can be accommodated is equal to the maximal number of intervals between adjacent nodes (i.e., the number of nodes) on condition that one wavelength is used for one working ring. Since the present invention does not perform loopback and yet enhances the path accommodation efficiency, the communication network can be provided at low cost.

[0028] In the case of a wavelength multiplexing system, wavelengths have to be controlled individually because they are hard to monitor in a multiplexed state. Such a system is compatible with the system of the present invention wherein control is required for each path. Hence, the present invention is applicable without any substantial modification and thus helps to realize a low-cost system. The present invention is especially advantageous when it is applied to a system using a small number of paths, such as a wavelength multiplexing system (the number of paths of which is small because physical restrictions are imposed on the number of wavelengths that can be multiplexed) and a system which deals with a high-speed signal obtained by multiplexing low-speed signals. When applied to these systems, the present invention does not have to control many paths, and the management cost decreases, accordingly.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] FIG. 1 is a block diagram illustrating the first embodiment of the present invention.

[FIG. 2] FIG. 2 is a block diagram illustrating the processing section which the configuration of FIG. 1 uses for working

signals transmitted clockwise.

[FIG. 3] FIG. 3 is a block diagram illustrating the optical ADM section employed in the configuration shown in FIG. 2.

[FIG. 4] FIG. 4 illustrates the failure recovering operation performed in the first embodiment.

[FIG. 5] FIG. 5 is a sequence chart illustrating the failure recovering operation performed in the first embodiment.

[FIG. 6] FIG. 6 is a flowchart illustrating how a node operates when the failure recovery operation is performed in the first embodiment.

[FIG. 7] FIG. 7 illustrates advantages of the system employed in the first embodiment.

[FIG. 8] FIG. 8 is a block diagram showing another embodiment obtained by modifying the configuration shown in FIG. 3.

[FIG. 9] FIG. 9 is a block diagram showing still another embodiment obtained by modifying the configuration shown in FIG. 3.

[FIG. 10] FIG. 10 is a block diagram illustrating the prior art.

[FIG. 11] FIG. 11 is a block diagram illustrating the prior art.

[Explanation of Reference Numerals]

101, 103 Working Ring

102, 104 Auxiliary Ring

Partial Translation of JP 11-163911

200 Processor for working signals transmitted clockwise
211 to 214 Optical Switch
215, 216 Monitoring control unit
217 to 220 Optical Branch Unit
310, 311 Optical Gate
401 Working Optical Path
402 Auxiliary Optical Path
1021 Working Optical Path
1022 Auxiliary Optical Path
1121 Working Optical Path
1122 Auxiliary Optical Path

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-163911

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月18日

(51) Int.Cl. ⁵	識別記号	F I
H 0 4 L 12/437		H 0 4 L 11/00 3 3 1
H 0 4 B 10/20		H 0 4 B 9/00 N
10/02		H
H 0 4 L 12/28		H 0 4 L 11/20 C

審査請求 有 請求項の数12 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願平9-327359

(22) 出願日 平成9年(1997)11月28日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 白垣 達哉

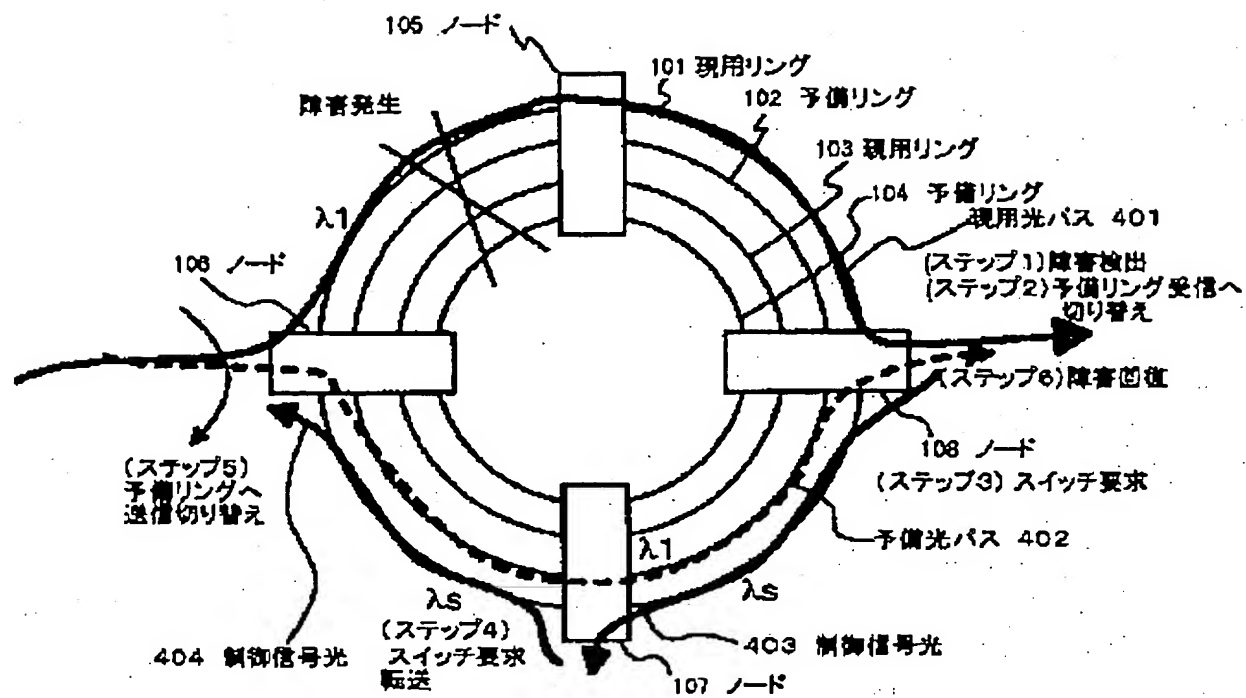
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

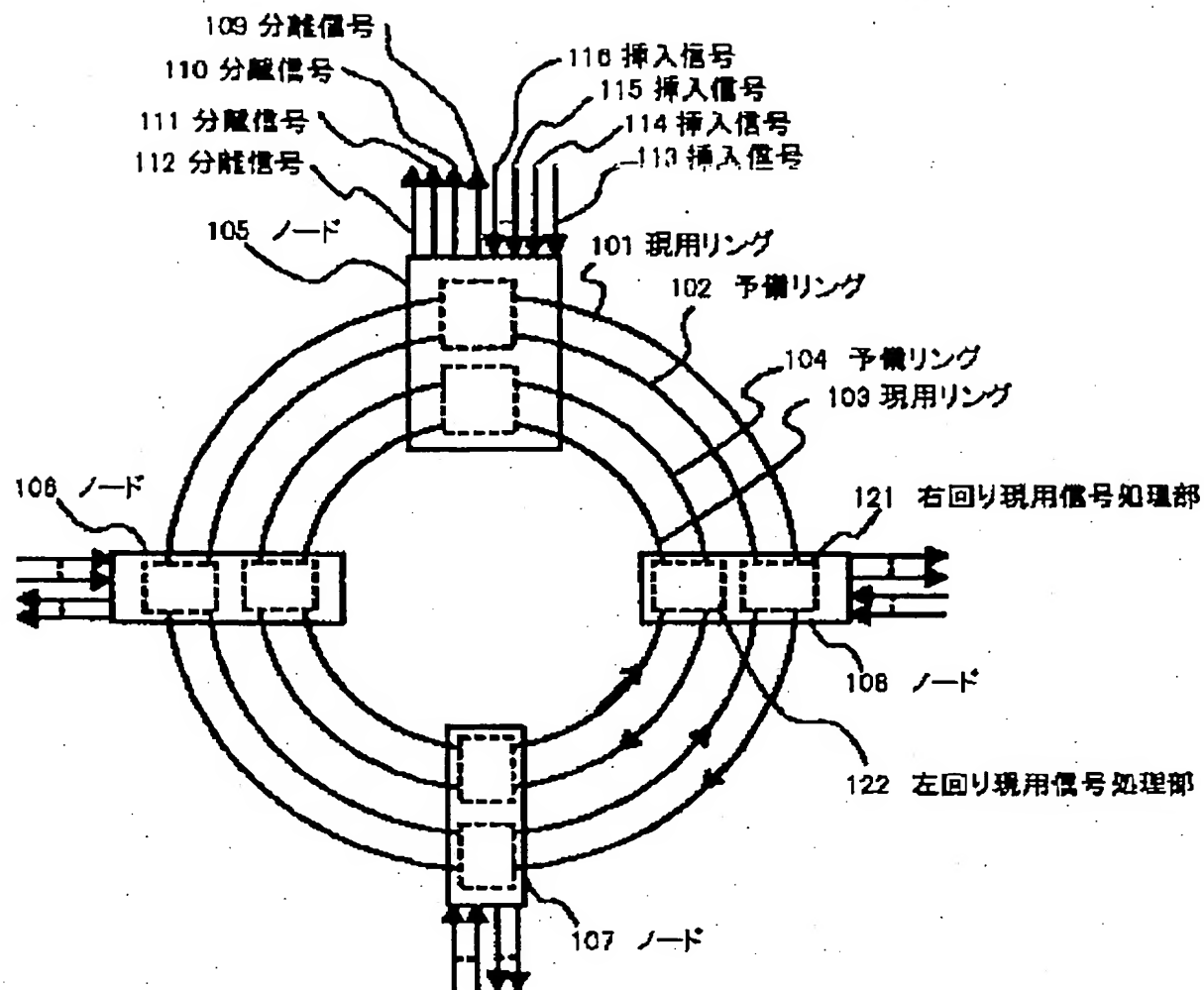
(72) 発明者 逸見 直也

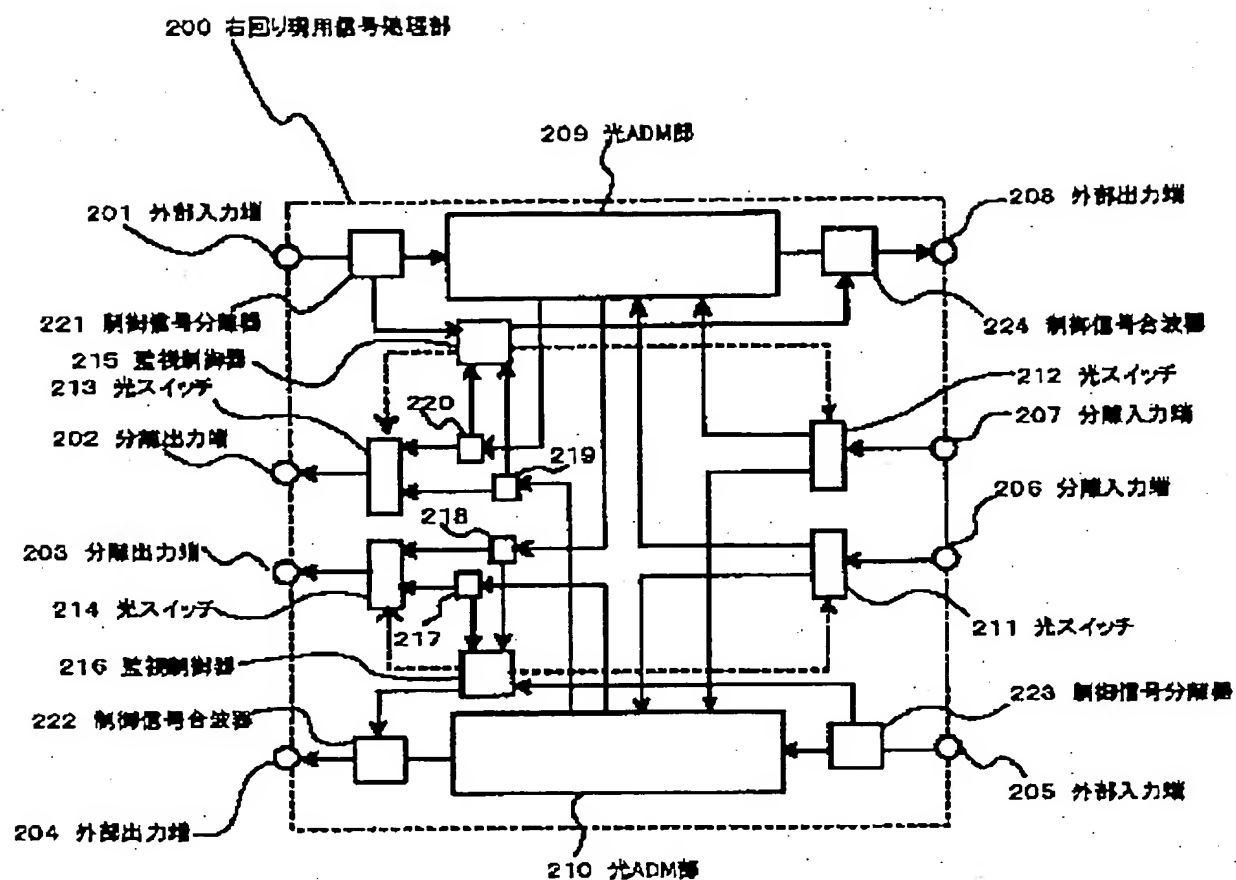
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内

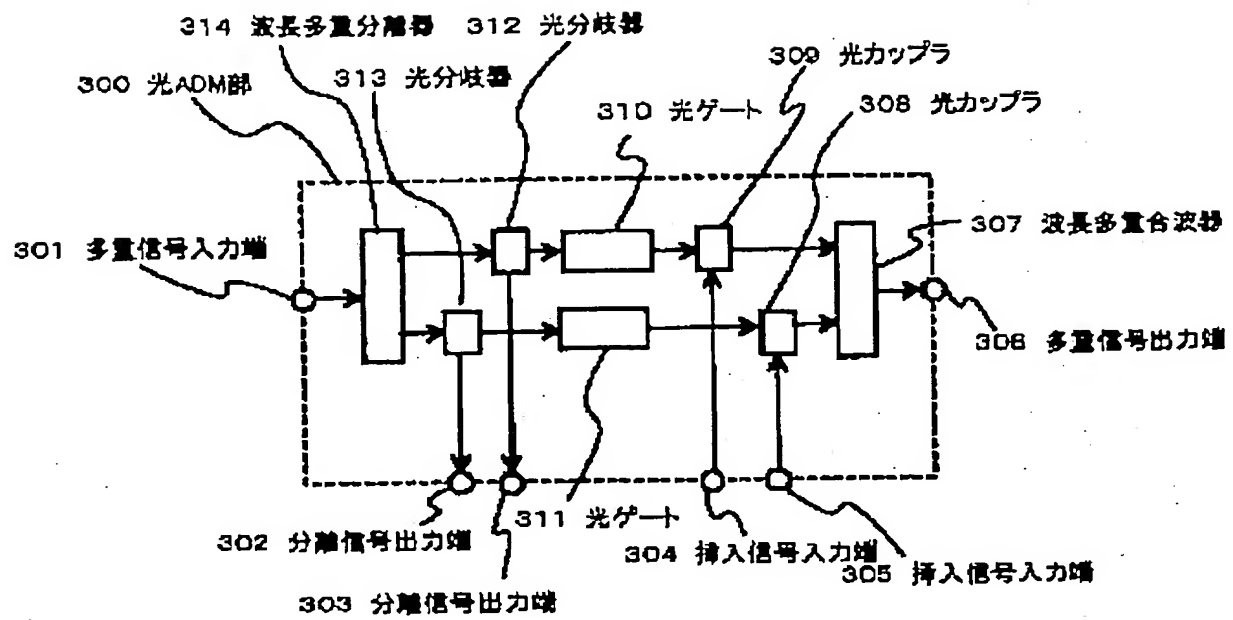
(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外2名)

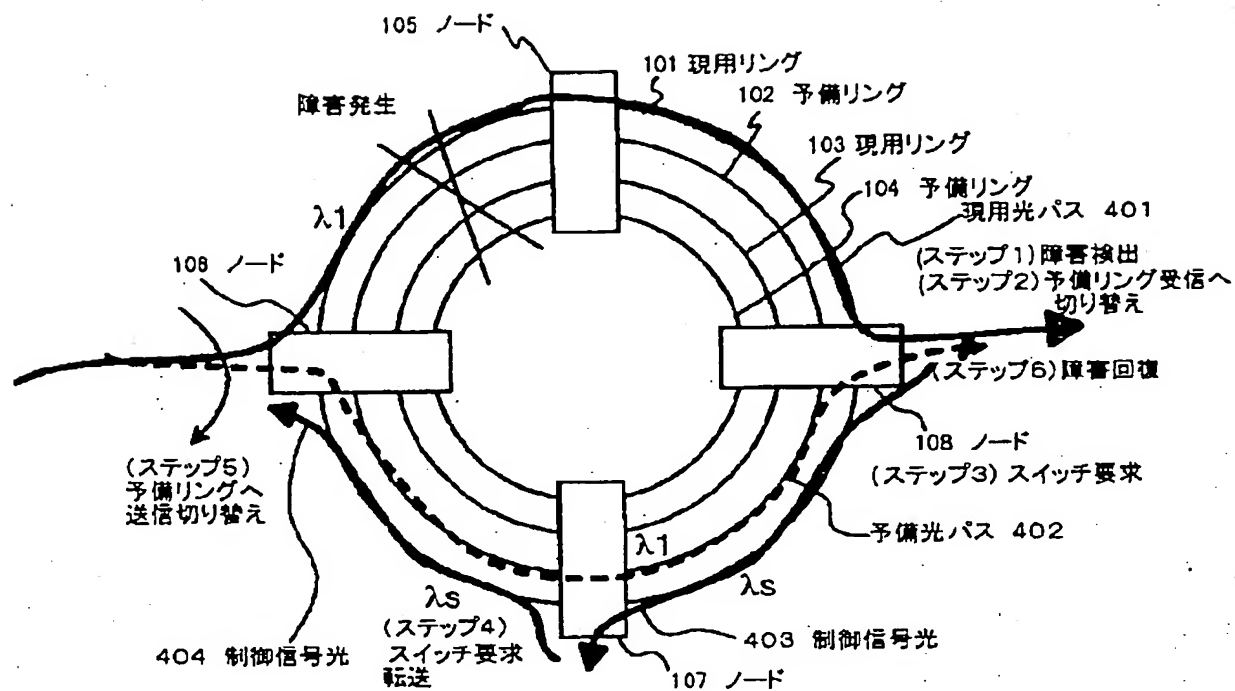
(54) 【発明の名称】 通信ネットワーク、通信ネットワーク・ノード装置、及び、障害回復方式











ノード105

ノード108

ノード107

ノード106

障害発生

(ステップ1)
障害検出

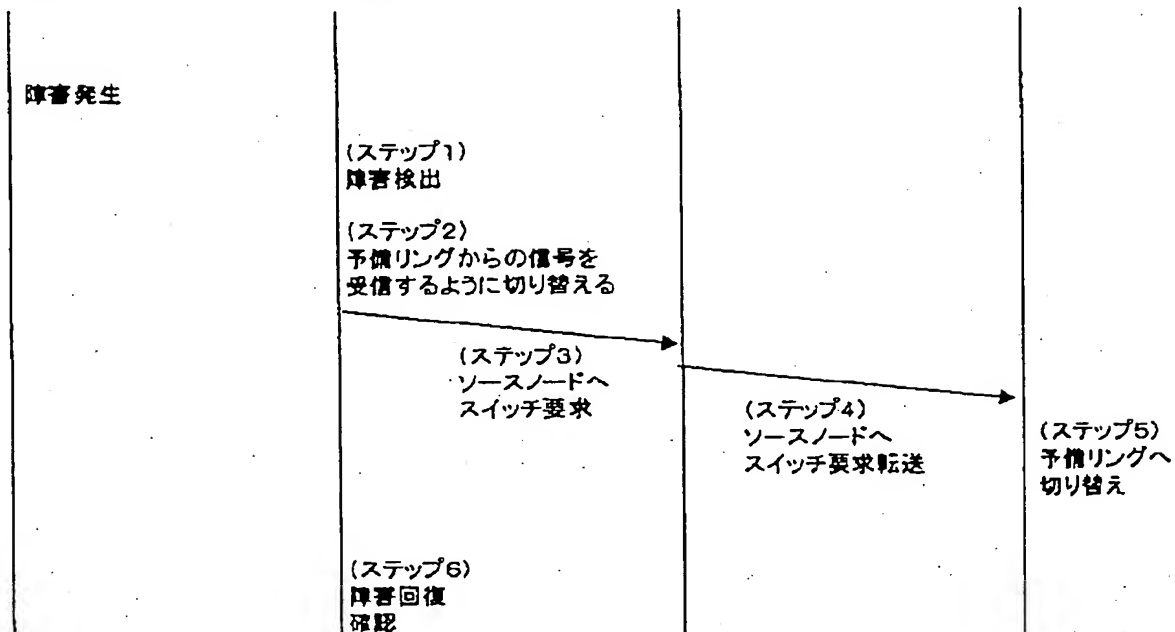
(ステップ2)
予備リングからの信号を
受信するように切り替える

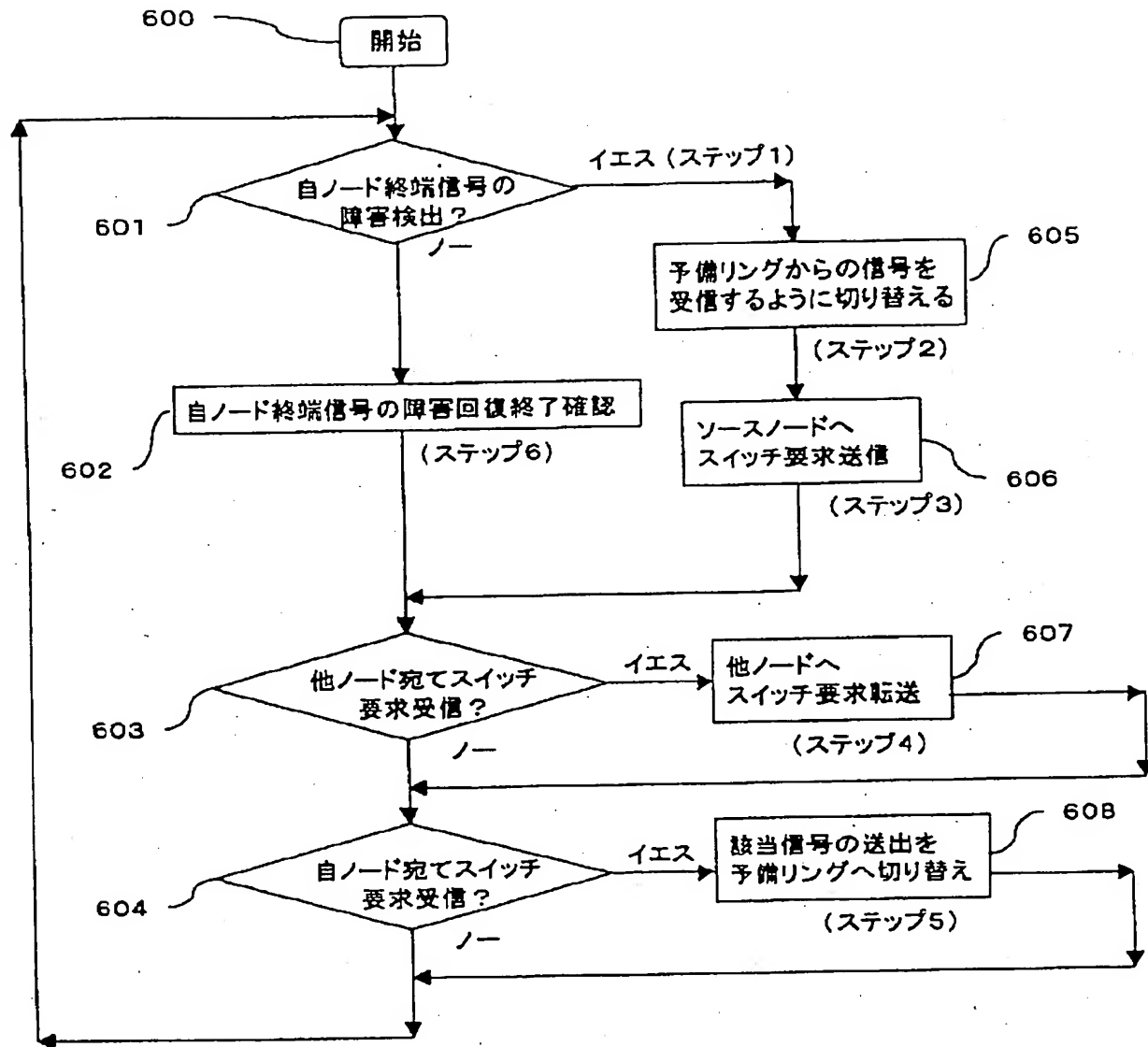
(ステップ3)
ソースノードへ
スイッチ要求

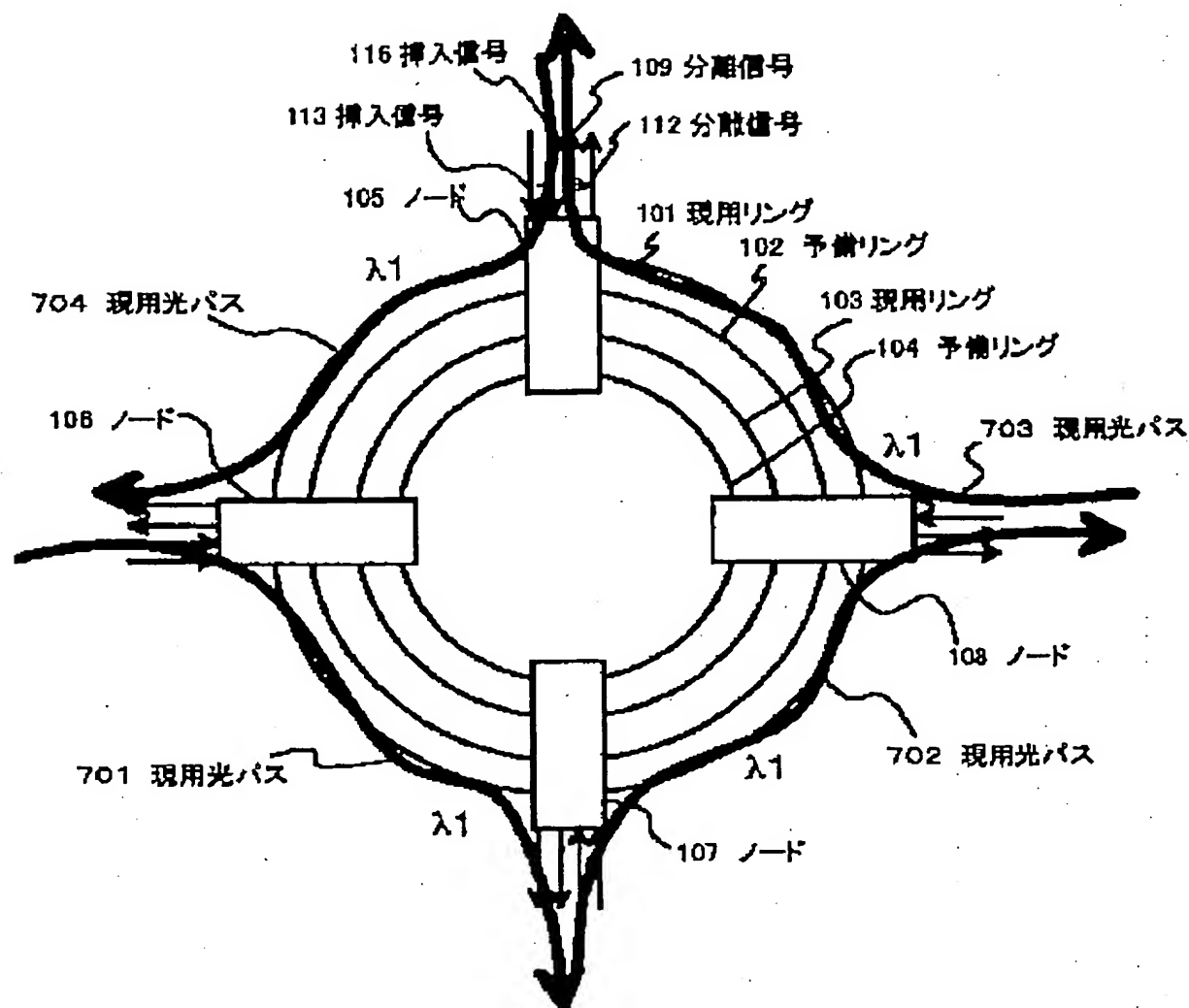
(ステップ4)
ソースノードへ
スイッチ要求転送

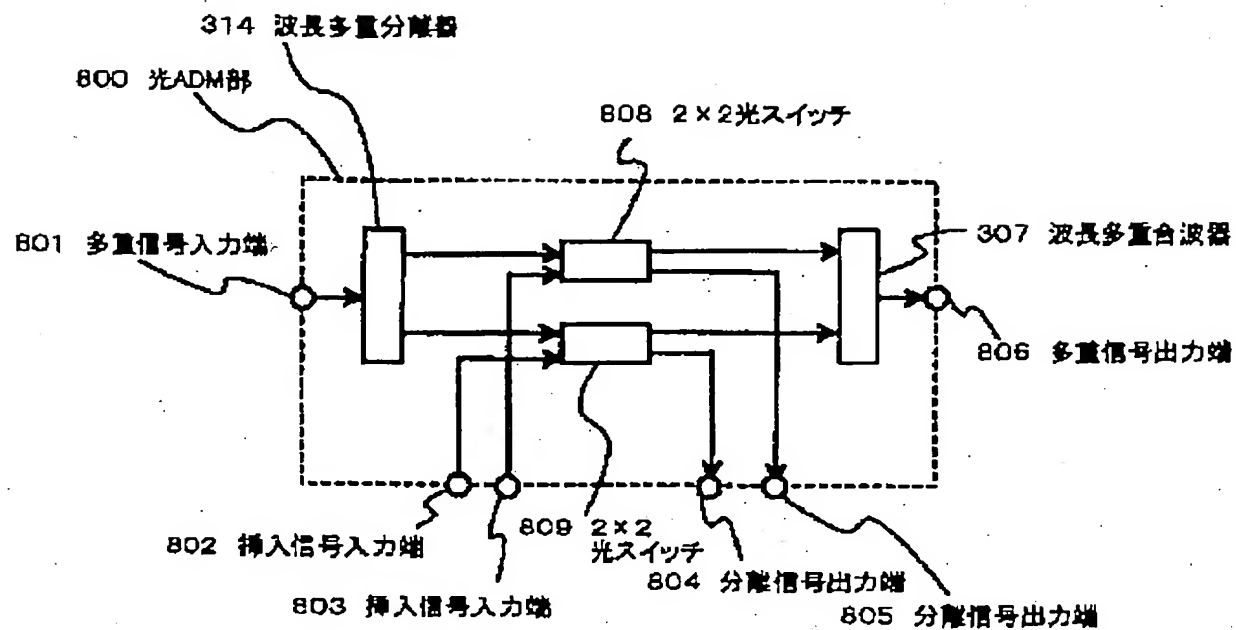
(ステップ5)
予備リングへ
切り替え

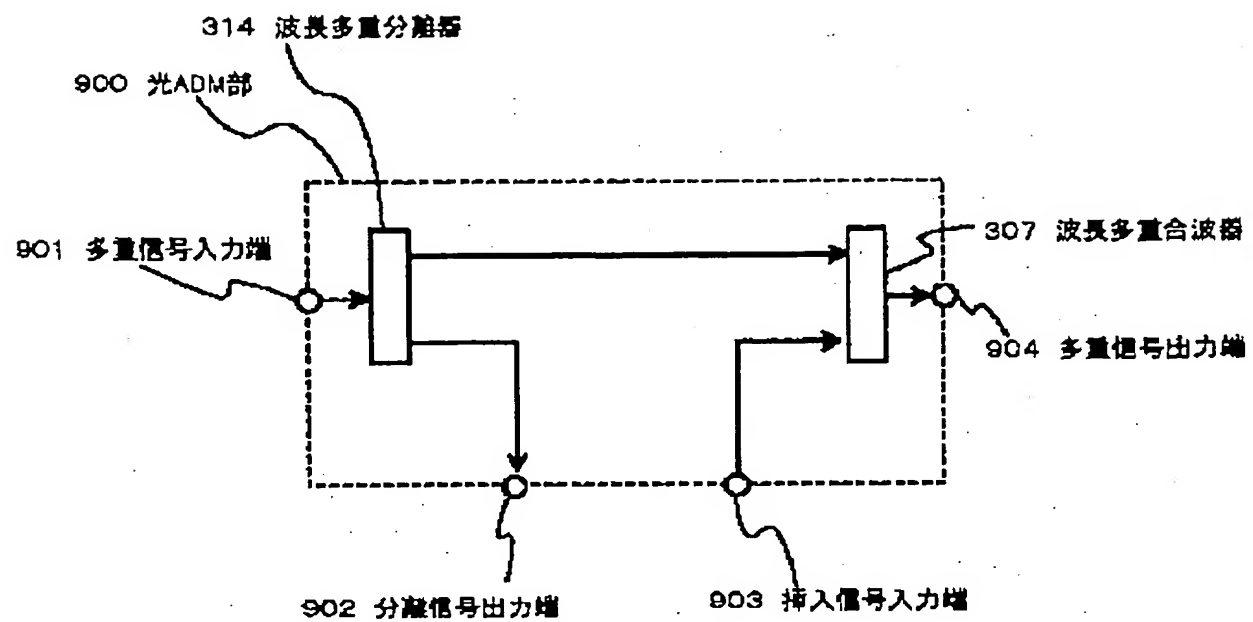
(ステップ6)
障害回復
確認

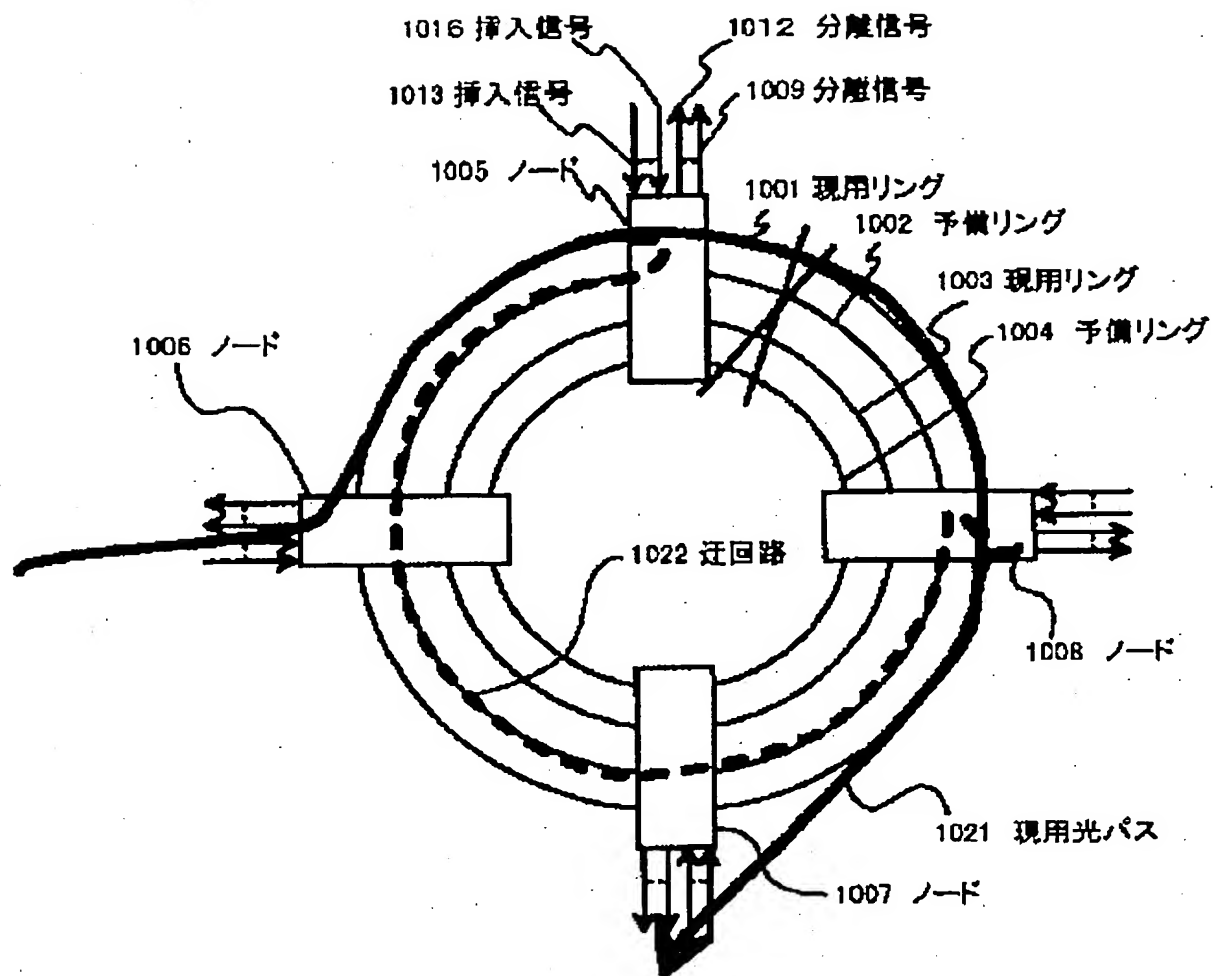


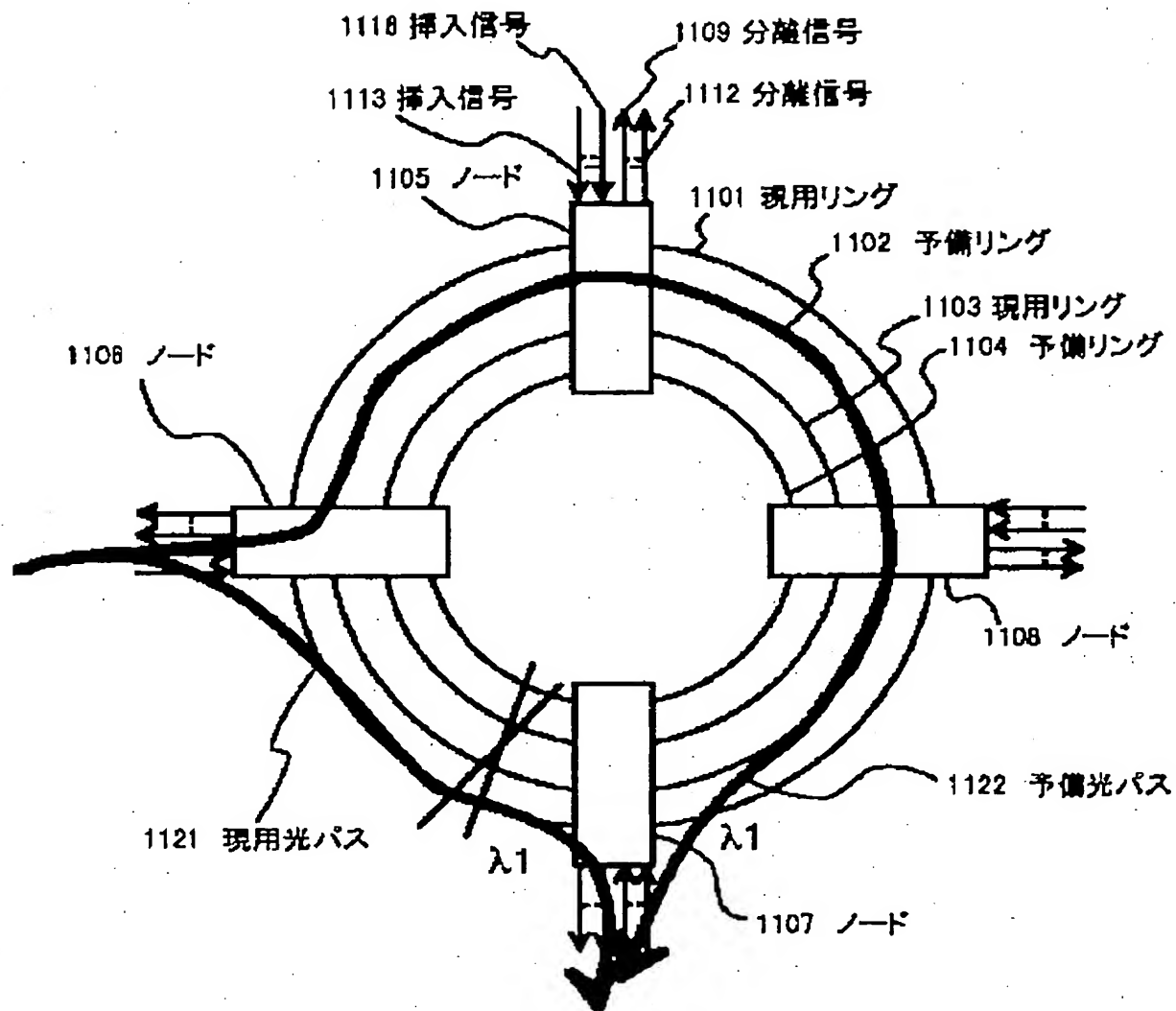












【請求項２】信号の挿入及び分離を行う複数の通信ノード
ド手段、複数の伝送路とからなり、前記複数の通信・m
ド手段は前記複数の伝送路の接続により同一のネットワークワーク・トポロジを構成するように少なくとも第１のリング
ング、及び第２のリングを構成し、前記第１のリングで
は信号を右回り又は左回りに伝送し、前記第２のリング
では前記第１のリングと逆向き回りに信号を送る通
信ネットワークに於いて、前記第１のリングは伝送帯域
内に前記第２のリングで伝送される現用信号群の間で共
有された予備資源帯域を持ち、前記第２のリングは伝送
帯域内に前記第１のリングで伝送される現用信号群の間
で共有された予備資源帯域を持ち、前記複数の通信ノード
ド手段内の第ｉ番目の通信ノード手段が信号を挿入
前記第１の漏れを経由して第ｉ番目の通信ノード手段
<TX FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100 LY=0300>で信号を終結する第１の通信に関し、前記第ｉ番目の通
信ノード手段が前記第１の通信の障害を検出すると前記
第１の通信の通信路を前記第２のリングの予備資源帯域
を用いて構成される通信路に迂回するように前記第ｉ番
目の通・Mノード手段が要求メッセージを送出し、前記第
i番目の通信ノード手段が前記要求メッセーを受け取
ると前記第１の通信の通信路を前記第２のリングの予備
資源帯域により構

【 0 0 2 0 】 第7の発明は、請求項1または請求項2 記
載の通信 ネットワークであって、前記通信ノード・間が
光通信ノード手段であり、前記伝送路が光伝送路であ
り、前記通信が光通信であることを特徴とする。

る。

【0021】第8の発明は、請求項3又は請求項4又は
請求項5記載の通信ネットワーク・ノード装置であつて、前記挿入分離多重手段が光信号の挿入分離多重手段
であることを特徴とする。

【0022】第9の発明は、請求項3又は請求項4又は
請求項5記載の通信ネットワーク・ノード装置であつて、前記挿入分離多重手段が波長の挿入分離多重を行う
手段であることを特徴とする。

【0023】第10の発明は、請求項6記載の障害回復
方式であつて、前記第1の通信ネットワーク・ノード装置
置、及び前記第2の通信ネットワークノード装置が請求
項3又は請求項4又は請求項5記載の通信ネットワーク
ノード装置であることを特徴とする。

【0024】第11の発明は、請求項6記載の障害回復
方式であつて、前記第1の通信ネットワーク・ノード装置
置及び前記第2の通信ネットワークノード装置が、請求
項8又は請求項9記載の通信ネットワークノード装置で
あることを特徴とする。

【0025】第12の発明は、請求項7記載の通信ネットワークであつて、前記光通信が波長多重光通信となる
ことを特徴とする。

【0026】以下、本発明の作用について説明する。

【0027】本発明で述べるシステムでは、障害が発生
すると、共有された予備資源を用い、光パス単位で障害
の起こった経路と逆方向回りの逆回路を設定して切り替
えて障害回復を行うので、ループバック切り替えを行う
必要がなく、1周以上の光伝送を行わなくて済む。又、
本発明では、パス・スイッチ方式を用いているが、予備
資源を共有するので、パスの収容効率が高くなる。これ
は、従来の1+1プロテクション・線を用いると、予備
パスを常に動作させておかねばならないので1つの
リング1周中1波長で、最大2個(あるノード間の上り
方向、下り方向)のパスしか収容することができないの
に対し、本発明で述べるシステムは、予備資源は全ての
現用資源の間で共有されているので、1つの現用リング
中1波長で、最大隣接ノード間の数(ノード数)だけ、パス
を収容することが可能であるからである。ループバック
を行わない事と、パスの収容効率が良い事を同時に
実現するので、通信ネットワークが低コスト化される。

<DP N=0007><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200 LY=0300>【0028】又、特に波長多重システムの場合、元々波
長を束ねた単位で監視することは難しく、長単位の管理
を行う必要があるので、パス単位の管理を必要とする本
発明で述べるシステムと合致し、そのまま導入出来るの
で低コスト化される。又、特に、波長多重システム(波
長多重できる数に物理的制約があるのでパスの数は多く
ならない)や、低速信号を何本も多重した高速信号を扱
うシステムのように、パスの数が少ないシステムに本発明
を適用すると、管理するパスの数が少なくて済み、管理
コストが低減され、より効果が増大する。

【0029】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態につい
て図を参照して説明する。

【0030】第1の実施の形態について図を用いて説明
する。図は本発明の第1の実施の形態の光波長多重
通信ネットワークのブロック構成図である。105~108は光通信ネットワーク・ノードである。これ
らのノードは、リング・トポロジを構成するようにファイバを
接続することにより4つのファイバのリングを構成して
いる。101、103は現用リング、102、104は
予備リングを表す。各ノードは、それぞれ、右回りの現
用リングの信号を処理する右回り現用信号処理部(ノード
108に於いては1-Q1)と、左回りの現用信号を処理する左
回り現用信号処理部(ノード108に於いては2-Q2)を持つ。右
回り現用信号処理部は現用リング101の信号と左回りの予
備リング102の信号(障害時)と
を取り扱う。左回り現用信号処理部は、左回りの現用リ
ング103の信号と右回りの予備リング104の信号
を取り扱う。各ノードでは、波長多重分離
した信号の分離、挿入を行う。例えば、ノード105から
109~112の光信号が波長多重分離されて出
力される。109、110は、現用リング101から波長多重分離
された光信号であり、111、112は現用
リング103から波長多重分離された光信号である。113、114は
現用リング101に挿入する光信号で、115、116は現用
リング103に挿入する光信号である。リング
中、データの伝送・主信号光の波長は1.5μm帯
の2波λ1、λ2を用いる。従って、例えば、113、115に
λ1、114、116にλ2の波長を割り当て
ることが可能である。主信号光の他、隣接ノード間で制
御信号をやりとりするため、1.3μm帯の制御信号光
も主信号光と波長多重されて伝送され
る。分離信号と挿入信号について、ノード105分
しか
示していないが、他のノード106~108も同様の機
能構成を持つ。

【0031】図2に、ノード108を構成するブロック
である、右回り現用信号処理部200(図では12
1)を示す。201、205は外部入力端を表し、20
4、208は外部出力端を表し、それぞれ光ファイバを
接続される。現用リング101の光ファイバは、ノード105
の方から外部入力端201に接続
され、外部出力端208からノード107の方へ接続
される。又、予備リング102の光ファイバは、ノード107
の方から外部入力端205に接続され、外部出力端204からノード105の方へ接続される。221、223は制御信号分離器で外部入力端から入力された光信号を分離し、1.5μm帯の波長多重された主信号光を光ADM部209、210にそれぞれ送出し、1.3μm帯の制御信号光(λs)を監視制御装置215、216にそれぞれ入力させる。制御信号分離器221、223として
は、1.3μm帯の波長と1.5μm帯の波長を分離するWDMカップラを用いることが可能である。202、203は波長多重分離された光信号(λ1、又はλ2)を出力する分離出力端であり、206、207は1波の光信号(λ1、又はλ2)を入力する分離入力端であ
り、それぞれ、SONET終端装置、ATMスイッチ
(例えば、T-H Wu, "Fiber Network Service Survivability," Artech house, 1992参照)等、他のネット
ワーク機器が接続される。209、210は光ADM部
である。光ADM部209は、外部入力端201から入力された波長多重光を波長多重分離して218、220
の方へ出力、もしくは多重して外部出力端208の方へ出力する。光ADM部210は、外部入力端205から入力された波長多重光を波長多重分離して217、219
の方へ出力、もしくは多重して外部出力端204の方へ出力する。217~220は光分岐器であり、光ADM部から波長多重分離されて出力された光信号の一部を
タップ(例えば10%の光パワー)して、監視制御器
215、216に接続し、残りの大部分の光信号(例えば90%の光パワー)を光スイッチ213や光スイッチ214の方へ出力する。

【0032】211~214は2×1光スイッチであ
り、機械式光スイッチを用いることが可能である。又、X
スイッチ213、214には光ADM部209、210から波長多重分離された出力が光ファイバを用いて接続され、外部入力端201に入力される光信号を波長多重分離したものの、又は、外部入力端205に入力される光信号を波長多重分離したもののいずれかを選択してそれ
ぞれ分離出力端202、203に出力する。同様に、光
スイッチ212、211はそれぞれ、1波長の光信号
を入力され、Xスイッチ212、211を切り替えることによりそれぞれ、光ADM部209、210で波長多重
重し

て外部出力端 08、又は204の内のいずれの方
へ出力するか選択することができる。

【0033】215、216は監視制御器であり、タック
した光信号の監視を行い、光スイッチ211~214
に切り替え制御信号を送出する。監視制御器215、216では、監視制御部の入力端に光受信器を設置することにより入力された光信号のビット誤り率を監視して光
<DP N=0008><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200 LY=0300>信号の伝送品質を監視する(光信号としてSONETフ
レームを用い、そのB1バイトを監視することによりビット誤り率の監視を行うことが可能;例えば、T-H Wu,
 "Fiber Network Service Survivability," Artec
house, 1992)。ノード108では、右回り現用信
号処理部に於いて通常は、外部入力端01からの現用
リング01を伝送されて来る光信号の誤り率を監視し
て、光信号が正常に伝送されているかを管理する。監視
制御部は、光スイッチ211~214に接続されてお
り、監視制御部の情報により光スイッチ211~214
を切り替えることが可能である。

【0034】外部出力端04、208の前後にはそれ
ぞれ制御信号合波器222、224が接続され、
外部出力端04、208から送出される他ノードへの
制御信号光(1.3μm帯)と主信号光(1.5μm
帯)とを波長多重する。制御信号合波器としては、制
御信号分離器221、223と同様/WDMカップラを用
いたことが可能である。制御信号分離器221、22
3、制御信号合波器222、224を用いて制御信号
光
の主信号光への重畳、分離を行うことにより、他ノ
ード
との制御信号のやり・取りを行うことが可能である。

【0035】監視制御部には他ノードからの制御信
号光
も入力されるので、他ノードからの制御情報に基づ
き、光
の監視結果に基づく切
り替えの両方が可能である。

【0036】左回り現用信号処理部図2の200と同
様の構成を用いることが可能である。同様に右回り
現用信号処理部、左回り現用信号処理部と現用リン
グ104
3、予備リング104に接続することが可能である。ノード108以外の他ノードを構成しリン
グの光ファイバと接続することが可能である。

【0037】図3に、図2中で用いられる光ADM部2
09、210のブロックを表す。300は光ADM部を
表す。301は波長多重された信号光を入力する多重
信
号入力端であり、306は、波長多重された信号光を
出力する多重信号出力端である。302、303は多重
信
号入力端301に入力された信号光を波長多重分離し
て
出力する分離信号出力端である。304、305は挿入
信
号入力端であり、1波の信号光を入力する。314は
波長多重分離器、307は波長多重合波器で、AWG
(Arrayed waveguide grating
)例えば、K.Okamoto et al., "Fabrication of
unequal channel spacing arrayed-waveguidedemul
tiplexer modules," Electron. Lett., 1995, vo
1.31, no.17, pp.1464-1465.参照)を用いることが
可能である。310、311は光ゲートスイッチで、機
械式光スイッチや、半導体光アップを用いたゲート
スイッチを用いることが可能である。312、313
は入力された光のパワーを2分岐して一方をそれぞ
れ分岐出力端302、303へ出力し、他方をそれぞ
れ光ゲート
TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100 LY=0300>ノード108、311の方へ出力する光分岐器である。3
08、309は光カップラであり、挿入信号入力端30
4、挿入信号305からの信号光と光ゲート310、3
11からの出力をそれぞれ結合したものを出力する。3
07は、光カップラ308、309からの出力を合波し
て
波長多重光を出力する。光ゲート310、光ゲート311を
on状態にしたり、off状態にすることにより
波長多重合波器307に入力させる信号を光分岐器の
出力端からのものにするか、挿入信号入力端からの
ものにするかを選択することが可能である。尚、図3
の構成では、
光分岐器312、313により分岐しているため、分岐
信
号の出力端には常に信号光が出力される。

【0038】次に、図2のノード構成、図1のネット
ワーク
を用いた時の障害回復動作の説明を図4、図5を用
いて行う。

【0039】図4は、図1のネットワークで主信号、
障害発生後の制御信号及び各ノードでの動作ステッ
プを表す。以下ここでは、あるノードで電気信号が
信号に変換されて他ノードへ送出されてから、それが
電気信号に変換されるまでを光パスと定義する。光パ
スには1
つの波長が対応する。401は現用主信号光を転送
する
光パスであり、ノード106(ソースノード)からノ
ード105を介してノード108で終
端され、λ1の波長を用い、通常は、予備リン
グ
は使用されておらず、障害の発生した時のみ予
備リン
グ
に光パスが設定され、使用される。予備リン
グ
では全て
のノードに於いて、他ノードから到着した信号は
全て
のままで通過させる状態に予め設定しておく。こ
れは、
予備リン
グ
中で図2の光ゲート310、311をon状態に設定
しておくことにより実現可能である。今、ノード
106とノード105の間の光ファイバ全てに破壊障
害が
発生した時の障害回復動作について説明する。光
ファイバの破壊障害なので、光パス401は終端ノ
ード108
に到着しなくなり、まず、ノード108の左回り現
用信
号処理部にある監視制御器215はビット誤り率の
劣化を検出し、光パス401の障害を認識する(ステ
ップ1)。

【0040】監視制御器が現用光パスの障害を検出
する
とノード108では光スイッチ213を切り替え予備
リン
グ
102(外部入力端05)からの信号光を選択し
て出力し(ステップ2)、ソースノード106宛てに切
り替え要求メッセージを制御信号光(λ
S
S
S)を用いて障害の起こっていない方向に送出する
(ステップ3)よう
に、監視制御器を予め設定しておく。制御信号光
には、
情報として、宛先ノード、光パス名、及び制
御内容をの
せることが可能である。例えば、SONETのセクシ
ョン
ワード
のよう
にフレームングされたビットの位置と
値
情報を割り当てることにより実現可能である。例
え、フレームングされたビット列の最初の8ビッ
トを宛
先ノード名に割り当て、次の8ビットを光パスの
識別子
<DP N=0009><TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200 LY=0300>に割り当て、次の1ビットを切り
替え要求する
かしない
かに割り当てる。この計17ビットのビット列
は、長さ
だけ連結したフレーム構成を用いると、波長数
分の光
の切り替え要求メッセージを一括して送信でき
る。この場合、あるノード間光ファイバが破壊し
てしま
うという一重障害に対応できるメッセージ量を送る
ことが可能である。

【0041】以上のような設定した制御システムを
用い
ると、(ステップ1)でノード108が障害を認識
する
と、ノード108では予備リン
グ
102からの信号(現
用光パスと同一の波長：λ1)を選択するよう
に光
の切り替え要求(ステップ2)は切り替えられ(ステ
ップ2)、ソースノード宛てに現用光パスの識別子
と切り替え要求のメ
ッセージ(λ
S
S
S)を送出する(ステップ3)。

【0042】ノード107では、制御信号光を受信す
る
が、自ノード宛てのメッセージではないので、そ
のまま
ノード106へ転送する(ステップ4)。制御信号光
が
ノード106に到着すると、それが自ノード宛のメ
ッセージであるので、ノード106で図2の光ス
witch21
2に相当する光スイッチを切り替えて現用リン
グ101
に送出していた現用光パス401の信号光(λ1)を
予
備リン
グ
102に送出する(ステップ5)。ノード107は予備リン
グ102のλ1の波長の光を受信する設定
になっ
ておらず、

獅)、予め光信号を他ノードへそのまま
ま通過させる状態にしてあり、且つ、ノード108は予
備リング・P02のλ1の波長を受信する設定になってい
る(ステップ2)ので、ノード108の光スイッチ21
は予備リング102からの波長λ1の光信号を選択出
す(予備光バス402の形成)、現用光バス401・7
は予備光バス402を用いることにより回復され
る。

【0043】本実施の形態では、ステップ2(光スイッチ
213の切り替え)の後、ステップ3(ソースノード
へ切り替え要求のメッセージを送出)を実行して
いる
が、(ステップ2)と(ステップ3)の順序は逆であ
る
ても本発明は支障無く実施できる。メッセージの伝達に
要する時間が障害回復速度を支配している場合、
メッセージの送出手間を短縮される。

【0044】図5に、このノード間通信とノードでの動
作のシーケンスチャートを示す。縦軸は時間軸であ
る。図A
下に行く程時間が後であることを表す。

【0045】図6に、このシーケンスを実現するため
各ノードがの監視制御器が備えるべき制御のフローチャ
ートの一例を示す。601は分岐であり、自ノードの終
端信号の障害を検出するかしないかによって場合分け
す
る。自ノード終端信号の障害を認識する行為を(ステッ
クBR>1)とする。602は手続きであり、自ノードに障害
が発生していないことを確認し、障害回復が終了した
こと
を認識する(ステップ6)。605は、手続きであり、

TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100

LY=0300光スイッチを切り替えることにより予備
リングからの光
信号を受信できる態勢を作る(ステップ2)。606は
光
信号の手続きであり、障害が発生した光バスのソースノ
ードに
向
け制御メッセージを送信する(ステップ3)。603
は分岐であり、他ノードから送られてきた制御信号が自
ノード宛かどうか判定する。607は手続きであり、他
ノード宛の制御メッセージが到着した場合、そのまま他
ノードへ転送する(ステッ
クBR>4)。604は分岐であ
る
が、自ノード宛のスイッチ要求
であるかを判定す。図B608は手続きであり、到着した
制御信号で指定された光バスの識別子を参照して、該
当
する光バスを予備リングの方へ送出するように切り替
え
る。

【0046】このようなフローチャートを各ノードに適
用
すれば図4に示すような障害回復が可能となる。

【0047】以上では、波長がλ1である現用光バスの
障害回復方法について述べたが、本発明構成、方法・
p
は、波長多重化されている系に於いて任意の一重障害
に対し、障害部を通過している全ての光バス(ソ
ースノード
、終端ノードの異なるものを含む)の障害回復
を行うことが可能である。以下にこれについて説明
す
る。ファイバノードの一重障害が発生すると、波長多
重
化された光バスに障害が起ることとなる。予備リング
は現用リングの現用信号により共有されているので、
障害
に発生していない時は、予備リングは用いられてい
ない。従って、現用リングの伝送方向と逆向きに信
号を伝
送する予備リングに現用光バスと同じ波長を割り
当て
る
は、波長衝突(1本のファイバ中で同じ波長が光バス
に割り当てられて分離できなくなる)無く予備光バス
を割り
当てることが可能である。従って、任意の1重
障害
に対し、そこを通過している全ての光バスの障害を
回復
できる。又、多重障害が発生した場合でも、現用光
バスと反対回りの経路が無事であれば、対応可能であ
る
。

【0048】以上、現用リング101の現用光バスの障
害回復を共有予備資源である予備リング102を用い
て
る
方法、そのノード構成について説明した
が、現用リング103(現用リング101・2逆向きの信
号伝送)と予備リング104にも同様のノード構成、障
害回復方法を適用することが可能である。尚、障害
回復
動作後、光ファイバの障害点を確認し、光ファイバ
の融
着接続により現用リング10・Pの修理を完了した
場合
は、予備資源を共有している次の障害に備えるた
め、予備光バス402を用い、予備光バス401を使
用して伝送されるように戻しておく。

【0049】第1の実施の形態を用いることにより、ル
ープバックを行う事無く障害回復を行っている
の
で、光信号の伝送距離を小さくすることが可能であ
る
。従って、光のまま伝送可能な距離が定まってい
る
。BR>時、ループバックを行うシステムよりも大きな全長
のり
DP N=0010>TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200

LY=0300を構成することが可能である。又、1+1
プロテク
ションのように予備資源を専有して用いてお
く
、予備
資源を共有しているので運用する現用光バスの本数
を多
くすることが可能である。1+1方式では上り方向の
通
信として最短ルートに設定した場合、下り方向は、
それ
と同じ向き回りのルートも常に用いてしまうから、
光
バスの収容が非効率となる。例えば、1+1方式では、
1
つの波長では1つのリング当たり、2つの光バス
しか構成することができない(図1に於いて、光バス
112
とノード110・7からのノード1106への光バス)。
本構成を用いることにより、例えば図7のように、1
波
長で最大4つの光バスを構成することができる。図7
に
於いて701~704は波長がλ1である現用光バス、
101は現用リング、102は予備リングを表す。70
1~704の現用光バスに対する予備資源は予備リ
ン
グ102であり、それぞれの現用光信号の間で共有
され
て
いる。例えば、現用光バス701に対する予備光バスは
予
備リング102上でノード106→ノード105→ノード
108→ノード107という経路で波長λ1を用い
る
。現用光バス702に対する予備光バスは予備リング
102
上でノード107→ノード106→ノード105
→ノード108→ノード107という経路で波長λ1を用い
る
ことがで
る
。ノード106→ノード105→ノード107の区
間では、予備
光バスとして同じ波長λ1が用いられ共有
され
ていることになる。これらの予備光バスは独立な事
象
であるので(一重障害に対して)、予備リング102
中のλ1という予備資源を現用光バス701、702の
間
で共有することが可能となっているからである。同
様
に、図8の場合は、結局、現用光バス701~704の
間
で予備リング102の予備資源である波長λ1
を共有していることになる。他の波長の光バスも同
様
である。又、予備資源は共有されていることにより、
ある
ノード間の通信で右回りの現用リング、左回りの現
用
リングを独立に光バスを決定できるので、上り信
号、下り
信号をそれぞれ最短ルートのバスに設定すると効
率が良
くなる。

【0050】又、障害回復のためのメッセージングは、
せ
いぜいリングを1周するのみであるので、SON・
dt
の4ファイバの双方向リングの障害回復の動作速度
と同
程度の速度で障害回復を行うことが可能である

【0051】又、1+1プロテクション方式では、予備
バスにも常に光信号を送出していたので、障害が起
こ
う
時
に予備資源が使われていた。それに対
し、本構成及び方式を用いると障害が発生してい
ない
時
に予備資源の使用が可能であり、そこへ優先度の低
い
光バスを流すことが可能である(スタンバイ・エ
クス
)。優先度が低いので障害が発生したときには、他
の
優先度の高い光バスの予備光バスとして使われてし
ま
う
が、障害の起こらないときに優先度の低い光バスを
構成
できるという利がある。

TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100

LY=0300【0052】又、SONETシステムでは、バス
を束ね
た信号を監視するライン(隣接ノード間の・psが
多重
化された信号の単位)という単位で監視すれば、バ
スの
品質(例えば誤り率)までを行うことが可能であ
る
。ところが、波長多重システムでは、元々ノード間
毎
で必ず波長の管理を行う必要があり、光バスを束
ね
たもの
のみの管理のみで管理系を運用するのは困難であ
る
。
従って、本発明構成、図9を光バス単位で障害回復を行
う
場合の管理、監視系を流用することができるので、
よ
く
効果がある。

【0053】又、現在のSONETシステムでは50 MBR/sをバスの単位として扱っているが、これらを、 50 Mb/s の信号が束ねられ、 5 Gb/s 単位)での切り替えを取り扱うようにBRすると管理するバスの本数が減り、より本方式の適用のBR効果が増す。光の場合でも、物理的な制約により波長多BR重数にある程度限界があるので、バスの本数が非常に多BRくなることはなく、より効果がある。

【0054】又、第1の実施の形態を用いることにより、BRり、障害が発生しても光バスの終端ノードとソースノードのみがその光バスの障害回復のためにスイッチの切りBR替えを行えば良く、光バスの途中のノードは、終端ノードからソースノードへ宛てて発生された切り替え要求BRメッセージを転送すれば良いだけであるので、制御が簡単BRであり、障害回復速度が高速になるという効果がある。

【0055】次に、第2の実施の形態について説明するBR。第1の実施の形態では4ファイバリングの構成、方BR法について説明したが、第2の実施の形態では、2ファイバリングの場合について説明する。2ファイバリングBRでは右回りのリングと左回りのリングが存在する。 $\lambda 1 \text{ BR} \sim \lambda 4$ の4波が波長多重されていると、右回りのリング中の $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を現用光バスの波長、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ を予備BR光バスの波長に割り当てる。右回りのリング中の $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用いて構成された現用光バスに対応する予備資源BRを左回りのリングの $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ に割り当てることが可能BRであり、左回りのリング中の $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用いて構成された現用光バスに対応する予備資源を右回りのリングのBR $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ に割り当てることが可能である。従って、2ファイバリングの構成でも4ファイバリングと同様に考えるBRことが可能である。右回りのリングの $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の資源をBRの予備リング101に対応させ、左回りのリングの $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ をBRの予備リング102に対応させ、左回りのリングの $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ をBRの予備リング103に対応させ、右回りのリングの $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ をBRの予備リング104に対応させると、論理的には第1の実施の形態で説明した4ファイバリングと同様の動作が可能であることとなる。ノード構成は現用光バスに $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用いておくBRり、予備光バスに $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ を用いているので、図2のBR4ファイバのノード構成に比べて、例えば光スイッチ2BR12の出力端と光ADM部209の間に、入力された光BR<DP N=0011>TXF FR=0001 HE=250 WI=080 LX=0200

LY=0300の信号を $\lambda 1$ に変換する波長変換器を挿入し、光スイッチBR212の出力端と光ADM部210の間に、入力された光BR光信号を $\lambda 3$ に変換する波長変換器を挿入し、光スイッチBR211の出力端と光ADM部209の間に、入力された光BR光信号を $\lambda 2$ に変換する波長変換器を挿入し、光スイッチBR211の出力端と光ADM部210の間に、入力された光BR光信号を $\lambda 4$ に変換する波長変換器を挿入する必要BRがある。波長変換器としては、光信号をフォトダイオードBRを用いて一旦電気信号に変換してから、その電気信号BRを用いて所望の波長のレーザ光に変換をかけて別の波長BRに変換する方法を用いることが可能である。

【0056】第2の実施の形態を用いることにより、第BR1の実施の形態での効果と同様の効果がある。第1の実施の形態と異なる部分としては、用いるファイバ数(リBRング数)が半分なので、光ファイバ敷設費がコストの中BRで大部分を占める場合や、どうしても2ファイバリングBRしか構成できない場合に特に効果が大きく、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ というBR点が上げられる。

【0057】第2の実施の形態では、固定波長出力の波長BR長変換器を図2のノード構成に挿入したが、可変波長出力の波長BR長変換器を適用しても本発明が適用可能なことはBR自明である。その場合、予備光バスの割り当て方を柔軟BRに変更できるので多重障害に対応する場合に、固定波長BR変換器を用いた場合よりも効果がある。

【0058】第2の実施の形態では、波長変換器としてBR光信号を電気信号に変換してから再び光信号に変換するBR方式を用いたが、光のままの波長変換器(例えば、半導BR体光アンプの相互利得変調の効果や、相互位相変調の効BR果を用いた波長変換器)を用いても本発明が実施可能でBRあることは自明である。

【0059】次に本発明適用方式として第3の実施の形BR態について説明する。第3の実施の形態は、第2の実施の形態と同様に、2ファイバリングの場合であり、第1BRのリングと第2のリングは逆向き回りに光信号を伝送するBR。第1のリングの現用信号を伝送する波長として $\lambda 1 \text{ BR}$ 、 $\lambda 2$ を用い、その予備資源として、第2のリングのBR波長 $\lambda 1$ の現用光バスに対して第2のリングの波長 $\lambda 2 \text{ BR}$ 、第1のリングの波長 $\lambda 2$ の現用光バスに対して第2のBRのリングの $\lambda 2$ を用いる。第2のリングの現用信号を伝送する波長として $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ を用い、その予備資源としてBR、第2のリングの波長 $\lambda 3$ の現用光バスに対して第1BRのリングの $\lambda 3$ 、第2のリングの波長 $\lambda 4$ の現用光バスBRに対して第1のリングの $\lambda 4$ を用いる。このように2ファイバリングの構成でも4ファイバリングと同様に現用、予備用の波長として、互いに逆BR向き回りに伝送するリングに同じ波長を割り当てると、第2BRの実施の形態で用いていた波長変換器を用いる必要が無くBRなる。第2の実施の形態では、あるソースノードに於BRいて現用光バスに波長 $\lambda 1$ を用い予備光バスに波長 $\lambda 3 \text{ BR}$ を用いていたので波長変換器が必要であったが、第3のBRの実施の形態を用いると現用光バスに用いる波長と予備光BR<TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100

LY=0300>の波長が同一であるため波長変換の必要が無くBRいからである。

【0060】第3の実施の形態を用いると、波長変換器BRが不要になるという以外には、第2の実施の形態で述べBRした効果と同様の効果がある。

【0061】本発明の実施の形態では、ファイバ障害のBR場合について説明したが、ノード障害等の障害の発生BRに対しても、同様の方法で障害回復可能であることは自BR明である。

【0062】本発明の実施の形態では、光バスの監視とBRしてビット誤り率を監視する方法を用いたが、光パワーBRを監視する方法を用いて監視することも可能である。フォトダイオードを入力端に設置し、そのフォトカレントBRを監視することにより実現可能である。その他、光のSBR/N(信号対雑音比)を監視することを適用することがBR可能である。ASE(自然放光雑音)と信号光の比をBR求めることにより光のS/Nを求めること

が可能でBRある。

【0063】本発明の実施の形態では、図5に示すようBRなシーケンスを用いたが、例えば、ステップ2とステップBR3の順序が入れ替わっても本発明は支障無く実施可能BRである。

【0064】本発明の実施の形態では、各ノードの制御BRとして図6に示すようなフローチャートを用いたが、必BRずしもこれと同一のものを用いる必要はないのは明らかBRである。例えば、分岐603とそれに付随する手続き607とをひとまとめにしたものと、分岐604とそれにBR付随する手続き608とをひとまとめにしたものの順番BRを逆にしても(分岐手続き602の後に、先に分岐60BR4を接続する方式)本発明は支障無く実施できることはBR明らかである。

【0065】本発明の実施の形態では、波長多重システBRムに於いて光バスを用いるリングについて説明したが、SONET、SDH等のバスが時間多重されているシスBRテムにも本発明が適用可能であることは自明である。但BRし、ループバックスイッチを行わないことにより光信号のBR伝送距離が少なくて済むので、リング長・遅延BRが小さくBRと可能であるため、光のままノードを光信号が通過BRする光ネットワークに於いて本発明を適用する方が有効性BRが増大する(SONETリングでは、各ノード毎に光信BR号を電気信号に変換して信号の再生を行う)。又、光のBRバスは 2.5 Gb/s の光信号であらうと 10 Gb/s の光信号であらうと、一本の光バスであるので、 2.5 Gb/s の光信号と 10 Gb/s の光信号が混在したシスBRテムに於いても、第1の実施の形態と同様のノードBR構成、障害回復方法を用いることが可能であり、柔軟BR性が高い。

【0066】本発明の実施の形態では、波長多重システBRムに於いて光バスを用いる方式について説明したが、 $\lambda 1 \text{ BR}$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ というBR点が上げられる。

LY=0300>rtual

Channel)に対しても、リングネットワークであれば、本発明が適用可能であることは自明である。

【0067】本発明の実施の形態では、光ADM部の構成として図3のような構成を用いたが、図3の構成、図4の構成を用いることが可能である。

【0068】図3は、図3で示される構成の他の実施例を表すものであり、構成波長多重分離器314と波長多重合波器307の間に2×2の光スイッチを挿入し、挿入した光スイッチの入出力端を、分離信号出力端へ切り替え、監視に使用するものである。図3の構成では、常に分離信号出力端に光信号が出力されていたが、この構成では2×2光スイッチとして分配選択型(マルチキャスト型)を用いていない場合は、2×2光スイッチをクロス状態にした時のみ分離信号出力端に出力される。

【0069】図3は、図3で示される構成の他の実施例を表すものであり、波長多重分離器の出力の内一部を、波長多重合波器に直結し、又、他の一部を分離信号出力端へ直結するものである。これらは、分離や再結合の動作を切り替えることはできないが、図2の光ADM部に適用することにより本発明の障害回復動作を行うことが可能である。

【0070】その他の構成や、これらの組み合わせの構成を用いても、多重信号が入力され、それを多重分離したものの一部を出力し、一部を多重器に投入し、又、多重器に挿入信号を入力させることができる構成であって、本発明が適用可能なことは自明である。

【0071】本発明の実施の形態では、主信号系に1.3μm帯の波長の光信号、制御信号系に1.3μm帯の波長の光信号を用いたが、主信号系と制御信号系が分離できるものであれば、これらの波長を用いるに限定されなくてもよいことは自明である。

【0072】本発明の実施の形態では、他ノードへの制御信号の転送する方式としてフレーム構成を用い、最長の8ビットに宛先ノード名、次の8ビットに光パスの識別子、次の1ビットに切り替え要求の有無を割り当て、これと同一でなくとも、パスの障害回復の要求がノードに伝われば、どのようなビット割り当て方でもよい。又、ビットに情報を割り当てる必要も無く、制御メッセージ指向通信を用いることも可能である。パケット通信やフレームリレー、ATMを用いた通信を用いることも可能である。

【0073】本発明の実施の形態では、制御信号の転送手段として、主信号と異なる波長の光信号を用いたが、主信号と別の波長を用いる必要は無く、制御情報を転送できる媒質であれば何でも適用できることは自明である。例えば、無線信号や、サブキャリアを光信号に重畳して伝送する系を用いて制御情報をノード間でやり取りしたり、電話回線を用いて制御信号のやり取りを行って本発明が適用できることは明らかである。

<TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100

LY=0300>【0074】本発明の実施の形態では、障害回復動作開始のきっかけとして、自ノード終端信号の障害検出による事象を用いたが、他ノードや他のネットワーク機器から障害通知によって障害回復動作を開始しても、本発明が適用可能であることは明らかである。例えば、光パス(波長:λ1)を終端するノードの前段のノードで、λ1の波長の光パスの異常を検出してそれを終端ノードに通知することによって障害回復動作を起こす方式を用いても、本発明は支障無く実施できる。

【0075】本発明構成では、障害の起こっていない場合、予備リングは全ての光信号を通過させる状態に設定されているが、この設定を終端ノードからのスイッチ要求メッセージの到着時に行うことによって本発明が適用可能であることは自明である。但し、この方法を用いると、スイッチ要求メッセージが到着したから光ゲートの切り替えを行うので、障害回復時間が遅くなる場合もある。

【0076】本発明の実施の形態では、ノード間の通信量が上り方向と下り方向で対称な場合について説明したが、ノード間の通信量が上り方向と下り方向で非対称な場合(例えば、下り方向の通信のみしかないシステム)でも本発明が適用できることは自明である。

【0077】本発明の実施の形態では、1つのリングシステムで1つの障害回復方式を用いる方式について説明したが、本発明構成、方法と従来の1+1プロテクション方式等他の方式を組み合わせても実現可能である。例えば、波長毎に、λ1、λ2は1+1方式による障害回復方式、λ3、λ4を本発明による障害回復に用いることもできる。又、必ずしも現用光パスの伝送の向きと逆方向に迂回する必要がある。例えば、Aノード間で現用リングにのみ障害が発生して予備リングは無事である場合は、予備リング上で最短経路に迂回路を割り当てることも可能である。その場合、スイッチ要求メッセージは、右回り、左回り両方向に送ることになる。

【0078】本発明の実施の形態では、光スイッチ21として機械式光スイッチを用いたが、クロスネットワークやロス等の性能を満たす光スイッチであれば、電気光学効果を用いた光スイッチや、熱光学効果を用いた光スイッチや、半導体光アンプを用いた光ゲートスイッチによっても本発明は実施可能である。

【0079】本発明の実施の形態では、光スイッチ21としてスイッチ中のある経路を導通させると他の経路には信号が分配されない光スイッチを用いたが、例えば光カップラの分岐側に半導体ゲートスイッチを接続した構成の分配選択型のスイッチ(マルチキャスト可能なスイッチ)を用いても、マルチキャスト機能をゲートにより遮断すれば、本発明が適用できることは自明である。

【0080】本発明の実施の形態では、光スイッチ21として2×1の光スイッチを用いたが、2×2の光スイッチと異なるサイズ、構成のスイッチでも本発明が適用可能である。例えば、光スイッチ21として2×2の光スイッチを適用して分離入力端207が接続されない光スイッチの入力端に、予備のネットワーク機器を接続することが可能である。その他、光スイッチ213と光スイッチ214を分配選択型2×2のスイッチを用い、光スイッチの出側出力端の一方を分離出力端202に接続し、他方を光信号監視装置に接続し、光信号を監視するようにしても本発明が適用可能であることは明らかである。

【0081】送信側を切り替える1×2光スイッチ21として用いる分配選択型の光スイッチと、受側は、カップラの分岐部に光ゲートスイッチ(光を通さないかを切り替えるスイッチ)を接続する構成によっても実現可能である。その他、光ゲートスイッチの一方の出力端には光ゲートスイッチが接続され、他方の出力端には光ゲートスイッチが接続されない構成を用いることも可能である。予備リングには、光ゲートスイッチが接続されている方の光スイッチ出力端に接続し、現用リングには、光ゲートスイッチが接続されていない方の光スイッチ出力端に接続すればよい。通常は、予備リングに光信号を流さない必要があるため、光ゲートスイッチを接続し、On/Offする必要があるが、現用リングに光信号が流れなくても、終端ノードの光スイッチ21により、現用リング、予備リングどちらかの光信号を選択することが可能であるからである。

【0082】又、現用信号の共有予備資源を持つ予備リングをn本持つシステムの場合、現用リングへと予備リング全てに切り替えることを可能にするためには(n+1)×1の光スイッチを用いる必要がある。このように本発明のスイッチを複数集積化した一般的なm×nスイッチを用いても本発明が適用可能であることは自明である。

ナある。

【0083】本発明の実施の形態では、送信側、受信側
のスイッチとして光スイッチ211~214を用いた
が、ここでスイッチングをせずにそのまま直接分離出力
端や分離入力端に接続し、光信号を電気信号に変換した
後に電気のスイッチによりプロテクションを行うことにより
によっても本発明が実施できることは自明である。

【0084】又、電気のスイッチとしては、空間的に切
り替える電気のスイッチでも、時分割多重された信号を
時分割多重分離したものを切り替える電気のスイッチで
も、ATMスイッチのようにセルにより確立したコネク
ションを切り替えるATMスイッチでも、本発明は支障
無く実施できる。

【0085】本発明の実施の形態では、光信号の監視の
ために10:90の分岐比の光カップラを用いたが、光
レベル設計が問題なければ、光パワー分岐比、結合比は
特に限定されるものでないことは自明である。

【0086】本発明の実施の形態では、4ノード、2波
長
のリングの場合について説明したが、ノード数、波長
多重数がこれ以外のシステムでも本発明が適用できる
こと
は自明である。TXF FR=0002 HE=250 WI=080 LX=1100 LY=0300

【0087】本発明の実施の形態では、全ての光信号の
挿入、分離が可能である構成を用いたが、全ての波長の
挿入分離が可能でない構成でも本発明が適用できること
は明らかである。

【0088】本発明の実施の形態では、波長多重された
系を前提としているが、波長多重数が1の場合でも、本
発明が実施可能であることは明らかである。

【0089】本発明の実施の形態では、光多重技術とし
て波長多重技術を適用した場合について検討したが、A偏
波多重、時間多重、空間多重等の多重技術を適用して
も本発明が実施可能であることは明らかである。空間多
重システムに本発明を適用するには、光ファイバ複数本
を束ねた物を光ファイバ群として扱い、光ファイバ群に
よりノードをリングトポロジに接続し、光ファイバ群に
より構成されるリングを1つのリングとして扱うこと
により、本発明が適用できる。例えば、ファイバ群のリン
グが4つであれば、第1の実施の形態と同様に障害回復
を行うことが可能であり、ファイバ群のリングが2つで
あれば、第2の実施の形態、第3の実施の形態と同様に
取り扱えるからである。

【0090】本発明の実施の形態として、2ファイバの
場合、4ファイバの場合を示したが、それに限定さ
ない。例えば、4ファイバシステムから、共有
予備資源となる予備リングを右回り、左回り、本
ずつ増
やし、障害回復に用いるスイッチを3×1スイッチにす
れば、6ファイバリングに於いても本発明が適用でき
る。又、第2の実施の形態、第3の実施の形態で説明し
たように、帯域資源の一部を現用資源、残りを予備資源
として用いさせれば、2ファイバリングである必要
は無く、3ファイバリン
グ、4ファイバリングにも本
発明は適用可能である。

【0091】光信号を1本のファイバ中で双方向に伝送
するシステムを用いれば、物理的には1つのリングし
て
は逆回りの2つのリングとみな
すことができ、本発明構成、方法が適用可能であ
る。この
の技術を用いると、物理的には、本発明の実施の発明で
説明したリングの本数より少ない本数のリン
グを用いて
本発明の適用が可能である。

【0092】本発明の実施の形態では、受信側ノードで
は、スイッチを用いることにより受信するリングを
り
替えた。しかし、障害が発生すると障害の発生した方
の
光信号が受信側ノードに入力されないよう
になっている
ので(ソースノードで迂回路に信号を送出するように切
り替えている)、受信側ノードでは、
の起
こっている
ない方のリングからの光信号のみ信号終端ノードに入力
される。従って、光スイッチを
いてどちらのリングを
受信するか選択する必要はなく、光カップラを用いる
ことにより本発明を支障無く
実施できる。従って、本発明
の請求項中の合流手段の例として、パワーを足し合わせ
こと
は自明である。TXF FR=0001 HE=245 WI=080 LX=0200 LY=0300

【0093】本発明の実施の形態では、波長多重器、波
長多重分離器としてAWGを用いたが、回折格子を用い
た
ものや、ファイバ・ブラッグ・グレーティング(ファイ
バの中に周期構造を持たせてフィルタを構成し、
の)を組み合わせたもの等、波長を多重したり波長多
重
分離する機能を持つものを用いれば、本発明が
実施できることは自明である。

【0094】本発明の実施の形態では、光増幅器を光通
信ノードや光伝送路中に用いていないが、それを用いた
系でも本発明が支障無く実施できることは自明である。

【0095】本発明の実施の形態では、光信号を電気信
号
に変換することなく、光のまま途中のノードを通
す
ことにより、途中で電気
信号
に変換して再び光信号に変換する装置が
入
ることにより、本発明が支障無く実施できることは自明である。
このような装置を入れることによりリン
グの長距離化が
可能となる。

【0096】本発明の実施の形態では、光バスとして途
中
で波長変換の無いものを用いたが、リングネットワ
ク
中に波長変換器を挿入し、途中で波長変換がなされ
るものを光バスとして扱っても、本発明が支障無く実
施
できる。波長変換器としては、光信号を一旦電気信
号
に変換してから所望の波長の光源を用いて再び光信
号
に変換する方法、相互利得変調、相互位相変調、四波混
雑
を用いる方式等、どれでも適用できる。波長変換器を
用いることにより、予備光バスをうまく割り当てること
により、予備リングの中での波長の再利用(同一リン
グで
同じ波長を再び用いること)が可能となるので二重障
害
等の多重障害への耐性が良くなる。

【0097】本発明の実施の形態では、予備リングでは
障害の起
こっていない時に光を送っていないが、
予備リングを用いた伝送系に障害が発生していないか
を確認するため、障害の起
こっていない時にも光信号を
流
す方法を用いても本発明は適用可能である。例えば、
予備リングを周期的に全ての予備バスを
成
するよう
に
動作させて予備光バスの監視を周期的に行い、障害を
検
出したり、切り替え要求メッセ
ージを受信すると、監視
のための予備バスを構成することをやめて、障害回復
の
ための予備光バスのみを構成す
る
ことにより、本発明が支障無く実施できることは自明である。
このような装置を入れることによりリン
グの長距離化が
可能となる。

【0098】本発明の実施の形態では、左回りか右回り
の現用バスいづれか1方向の通信の障害に対する障
害
回復について説明したが、右回りの通信と左回りの通信の
両方
の障害が同時に起
こっても、本発明の
適用が可能である。本発明では、それぞれの共有予備資源は独立に割
り
当てられており、それぞれ独立に迂回路を形成できる
からである。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

【0099】本発明の実施の形態では、ループバック
スイッチを行う事無く障害回復を行っているので、光
信号の総伝送距離を小さくすることが可能である。従っ
て、光のまま伝送可能な距離が定まっている時、ル
ープ
バックを行うシステムよりも大きな全長のリングを構成
することが可能である。又、1+1プロテクションのよ
く
予備資源を専有して用いておらず、予備資源を共有
しているため運用する現用光バスの本数
を
減らすこと
により、バスの収容効率と長いリング全
長の両方の特徴を持つ障害回復機能を有したリングシ
ステムを実現でき、通信ネットワークを低コストに構築
できる。

</SDO><SDO EDJ><TXF FR=0003 HE=175 WI=080 LX=1100 LY=0950>【 図面の簡単な説明】

- 【 図1 】 本発明の第1の実施の形態を示すブロック構成
図である。
- 【 図2 】 図1 で用いられる右回り現用信号処理部を示す
ブロック構成図である。
- 【 図3 】 図2 で用いられる光ADM部を示すブロック構成
図である。
- 【 図4 】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を
説明する図である。
- 【 図5 】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を
説明するシーケンスチャートである。
- 【 図6 】 第1の実施の形態で用いられる障害回復動作を
説明する1ノード中でのフローチャートである。
- 【 図7 】 第1の実施の形態で用いられるシステムの効果
を説明するための図である。
- 【 図8 】 図3 の他の実施例を示すブロック構成図であ
る。
- 【 図9 】 図3 の他の実施の形態を示すブロック構成図
である。
- 【 図10 】 従来例を示すブロック構成図である。
- 【 図11 】 従来例を示すブロック構成図である。

【 符号の説明】

- 101、103 現用リング
- 102、104 予備リング
- 200 右回り現用信号処理部
- 211～214 光スイッチ
- 215、216 監視制御器
- 217～220 光分岐器
- 310、311 光ゲート
- 401 現用光バス
- 402 予備光バス
- 1021 現用光バス
- 1022 予備光バス
- 1121 現用光バス
- 1122 予備光バス

</SDO><SDO DRJ><DP N=0015><TXF FR=0001 HE=005 WI=013 LX=0550 LY=0350>【 図1 】

- <EMI ID=000003 HE=072 WI=080 LX=0220 LY=0450><TXF FR=0002 HE=005 WI=013 LX=1400 LY=0350>【 図2 】
- <EMI ID=000004 HE=064 WI=080 LX=1070 LY=0450><TXF FR=0003 HE=005 WI=013 LX=0550 LY=1250>【 図3 】
- <EMI ID=000005 HE=043 WI=080 LX=0220 LY=1350><TXF FR=0004 HE=005 WI=013 LX=0830 LY=1850>【 図4 】
- <EMI ID=000006 HE=081 WI=132 LX=0240 LY=1950><TXF FR=0005 HE=005 WI=013 LX=1400 LY=1160>【 図5 】
- <EMI ID=000010 HE=047 WI=080 LX=1070 LY=1260><DP N=0016><TXF FR=0001 HE=005 WI=013 LX=0980 LY=0350>【 図5 】
- <EMI ID=000007 HE=081 WI=130 LX=0400 LY=0450><TXF FR=0002 HE=005 WI=013 LX=0980 LY=1330>【 図6 】
- <EMI ID=000008 HE=132 WI=130 LX=0400 LY=1430><DP N=0017><TXF FR=0001 HE=005 WI=013 LX=0540 LY=0350>【 図7 】
- <EMI ID=000009 HE=072 WI=078 LX=0220 LY=0450><TXF FR=0002 HE=005 WI=013 LX=1370 LY=0350>【 図9 】
- <EMI ID=000011 HE=043 WI=080 LX=1040 LY=0450><TXF FR=0003 HE=005 WI=016 LX=0540 LY=1220>【 図10 】
- <EMI ID=000012 HE=072 WI=080 LX=0220 LY=1320><TXF FR=0004 HE=005 WI=016 LX=1390 LY=0930>【 図11 】
- <EMI ID=000013 HE=077 WI=080 LX=1070 LY=1030></SDO>